

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off
⑪ DE 3427 629 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 34 27 629.7
㉑ Anmeldetag: 26. 7. 84
㉒ Offenlegungstag: 30. 1. 86

⑤① Int. Cl. 4:
H 01 Q 1/38

H 01 Q 9/28
H 01 Q 21/06
H 01 P 5/10
H 05 K 1/16

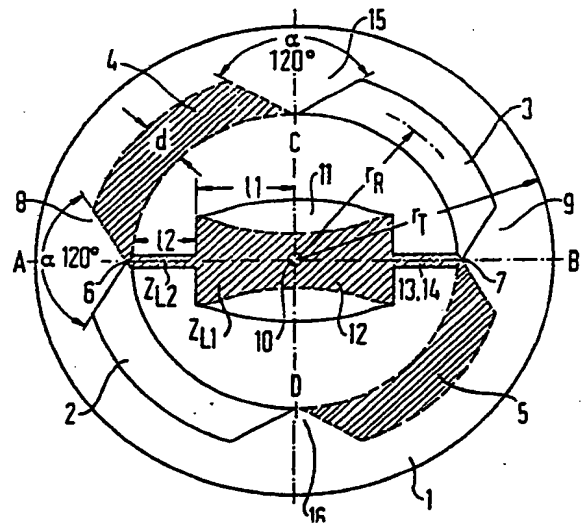
DE 3427629 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:
Wilden, Helmut, Dipl.-Ing., 5482 Grafschaft
Birresdorf, DE

⑤④ Ringantenne in gedruckter Schaltungstechnik

Ringantenne in gedruckter Schaltungstechnik.
Auf einer kreisscheibenförmigen dielektrischen Trägerplatte (1) ist in gedruckter Schaltungstechnik der aus vier kreisbogenförmigen, voneinander isolierten Streifenleiterquadranten (2-5) bestehende Antennenring derart ausgebildet, daß zwei sich diametral gegenüberliegende Quadranten (2, 3) auf der einen Oberflächenseite und die anderen beiden, sich ebenfalls diametral gegenüberstehenden Quadranten (4, 5) auf der anderen Oberflächenseite der Trägerplatte befinden, wobei die vier Ringquadranten an ihren vier Trennstellen (A, B, C, D), von denen zwei (A, B) sich diametral und symmetrisch gegenüberliegend als jeweils zweipolige Speisestellen (6, 7) zur gegenphasigen Speisung dienen, mit einer keilförmig nach außen gerichteten Winkelöffnung (8, 9) von etwa 120° aufeinander zu verlaufen. Bei Koaxialleitungseinspeisung (10) im Zentrum der Trägerplatte (1) ist vorteilhaft ein besonderes, für jede Ringspeisestelle (6, 7) aus zwei Streifenleitungsabschnitten (11, 12 bzw. 13, 14) bestehendes Anpassungsnetzwerk vorgesehen. Die Ringantenne nach der Erfindung ist besonders zur Verwendung als leitungsge-speister Einzelstrahler in einer dreidimensionalen Gruppenantenne mit elektronisch gesteuerter Strahlenschwenkung für die Radartechnik geeignet.



DE 3427629 A 1

Patentansprüche

5 1. In gedruckter Schaltungstechnik auf einer dielektri-
schen Trägerplatte angeordnete, aus vier kreisbogenförmigen
und voneinander isolierten Streifenleiterquadranten be-
stehende Ringantenne mit zwei jeweils zweipoligen Speise-
stellen, die sich symmetrisch am Antennenring diametral
10 gegenüberstehen und deren zwei Pole sich jeweils an den
einander zugewandten Enden zweier benachbarter Streifen-
leiterquadranten des einen Umfang von zumindest ange-
nähert einer Betriebswellenlänge aufweisenden Antennen-
ringes befinden, der an den beiden Speisestellen symme-
trisch gegenphasig gespeist wird und dessen Streifen-
leiterquadranten an den nicht die Speisestellen bildenden
15 Enden mit einer keilförmig nach außen gerichteten Winkel-
öffnung von etwa 120° aufeinander zu verlaufen,
dadurch gekennzeichnet, daß die di-
elektrische Trägerplatte (1) als kreisförmige Scheibe
ausgebildet ist, auf deren Oberseite zwei sich diametral
20 gegenüberliegende Streifenleiterquadranten (2,3) und auf
deren Unterseite die beiden anderen, sich ebenfalls dia-
metral gegenüberliegenden Streifenleiterquadranten (4,5)
angeordnet sind, und daß die Streifenleiterquadranten (2 und
4 bzw. 3 und 5) an den die Speisestellen (6,7) bildenden
25 Enden ebenfalls mit einer keilförmig nach außen gerichteten
Winkelöffnung (8,9) von etwa 120° aufeinander zu verlaufen.

2. Ringantenne nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß ein aus Streifenleitungen auf
30 der Ober- und Unterseite der Trägerplatte (1) bestehendes
Anpassungsnetzwerk zur symmetrischen, hinsichtlich der
Energieaufteilung amplitudengleichen Verbindung der beiden
zweipoligen Speisestellen (6,7) mit einer im Zentrum der
kreisscheibenförmig ausgebildeten Trägerplatte (1) ange-
ordneten Koaxialleitungseinspeisestelle (10) vorgesehen ist,

daß das Anpassungsnetzwerk aus zwei symmetrischen Hälften besteht, von denen jeweils eine zwischen einer der beiden zweipoligen Speisestellen und der Koaxialleitungseinspeisestelle in Form zweier in Reihe liegender Streifenleitungsabschnitte liegt, deren Längen (l_1 , l_2) und Wellenwiderstände (Z_{L1} , Z_{L2}) zum einen von der notwendigen Widerstandstransformation des Wellenwiderstands der Speisekoaxialleitung auf die Antenneneingangsimpedanz und zum anderen von der durch den Antennenringdurchmesser vorgegebenen Gesamtleitungslänge bestimmt sind, daß in jeder Anpassungsnetzwerkhälfte der erste Streifenleitungsabschnitt als Übergang von der unsymmetrischen Koaxialleitung auf eine symmetrische Bandleitung ausgebildet ist und aus zwei Streifenleitern (l_1, l_2) besteht, die sich auf den beiden Seiten der Trägerplatte (1) gegenüberliegen und von denen der eine (l_2) seine Breitenabmessung, ausgehend von der Koaxialleitungsspeisestelle (10) bis zu seiner Endbreite allmählich vergrößert und der andere (l_1) seine Breitenabmessung, ausgehend von der Koaxialleitungsspeisestelle bis zur gleichen Endbreite wie der gegenüberliegende Streifenleiter (l_2) allmählich so verkleinert, daß der Wellenwiderstand im Übergangsstreifenleitungsabschnitt überall konstant ist, daß sich in jeder Anpassungsnetzwerkhälfte an den ersten Streifenleitungsabschnitt an dessen Ende, an welchem dessen beide Streifenleiter (l_1, l_2) gleiche Breitenabmessungen aufweisen, über einen Breitenabmessungssprung der zweite Streifenleitungsabschnitt anschließt, der aus zwei eine symmetrische Bandleitung bildenden Streifenleitern (l_3, l_4) auf der Ober- bzw. der Unterseite der Trägerplatte (1) besteht, und daß in jeder Anpassungsnetzwerkhälfte die beiden Streifenleiter (l_3, l_4) des zweiten Streifenleitungsabschnitts mit jeweils einem aufgrund der Keilform der Antennenringspeisestellen (6,7) spitz ausgebildeten Pol einer Antennenringspeisestelle verbunden sind.

3. Ringantenne nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß der Antennenringdurchmesser so
bemessen ist, daß sich die Feldwirkungen des sogenannten
Vierermodes, bei dem sich durch Aufteilung des Antennen-
ringstromes in Elementarschwingungen mittels Fourier-Reihe
5 vier Resonanzschwingungen rund um den Antennenring er-
geben, im Fernfeld aufheben.
4. Ringantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 gekennzeichnet durch die Verwendung als leitungsgespeister
Einzelstrahler (18) in einer dreidimensionalen Gruppen-
antenne mit elektronisch gesteuerter Strahlschwenkung.
5. Ringantenne nach Anspruch 4,
15 gekennzeichnet durch die Verwendung als leitungsgespeister
Einzelstrahler (18) in einer mit elektronisch gesteuerter
Strahlschwenkung zur Radar-Rundumabtastung in alle
Raumwinkel arbeitenden Gruppenantenne, deren das Volumen
einer gedachten Kugel (17) ausfüllende räumliche Einzel-
20 strahlerverteilung vorzugsweise derart ist, daß für alle
Richtungen eine möglichst gleichartig projizierte Anordnung
entsteht.

Siemens Aktiengesellschaft
Berlin und München

Unser Zeichen:

VPA 84 P 8 027 DE

- 4.

5 Ringantenne in gedruckter Schaltungstechnik

Die Erfindung bezieht sich auf eine in gedruckter Schaltungstechnik auf einer dielektrischen Trägerplatte angeordnete, aus vier kreisbogenförmigen und voneinander
10 isolierten Streifenleiterquadranten bestehende Ringantenne mit zwei jeweils zweipoligen Speisestellen, die sich symmetrisch am Antennenring diametral gegenüberstehen und deren zwei Pole sich jeweils an den einander zugewandten Enden zweier benachbarter Streifenleiterquadranten des
15 einen Umfang von zumindest angenähert einer Betriebswellenlänge aufweisenden Antennenringes befinden, der an den beiden Speisestellen symmetrisch gegenphasig gespeist wird und dessen Streifenleiterquadranten an den nicht die Speisestellen bildenden Enden mit einer keilförmig nach
20 außen gerichteten Winkelöffnung von etwa 120° aufeinander zu verlaufen.

Eine solche Ringantenne in gedruckter Schaltungstechnik ist aus dem Manuskript zum Vortrag "The Crow's Nest Antenna -
25 A Spatial Array in Theory and Experiment" von J.Ender und H.Wilden bei IEE - AP 1981 bekannt (Intern. Conference on Antennas and Propagation, York, 1981).

Als in Streifenleitertechnik realisierter Rundumstrahler
30 mit horizontaler Polarisierung existiert außer der vorstehend erwähnten, in einer Horizontalebene liegenden Ringantenne nur der ebenfalls in einer Horizontalebene verlaufende Kreuzdipol, dessen Horizontaldiagramm für viele Anwendungsfälle jedoch nicht ausreichend konstant ist.

VL 1 Wt / 19.7.84

Die Ringantenne stellt, wie der elektrische Dipol, ein Resonanzgebilde dar, dessen Strahlungseigenschaften im wesentlichen von der Geometrie und dem umgebenden Material abhängen. Aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Stromelemente auf der Antenne lassen sich durch gezielte Strukturänderungen gewünschte Strahlungsdiagramme zumindest angenähert realisieren. Speziell ein Rundumdiagramm (E-Ebene) läßt sich auf zwei verschiedene Arten erzeugen.

10

Die erste Möglichkeit besteht in einer Ringantenne mit sehr kleinem Durchmesser gegenüber der Wellenlänge. In diesem Fall tritt auf dem Antennenring keine Resonanz und damit auch keine stehende Welle auf. Die Energieabstrahlung in alle Horizontalrichtungen ist konstant, erfolgt jedoch mit sehr niedrigem Wirkungsgrad, da aufgrund der fehlenden Resonanz nur sehr geringe Ströme auf der Antenne fließen.

Die zweite Möglichkeit ist eine Ringantenne mit einem resonanzfähigen Ringumfang, wobei die Ringstruktur derart verändert ist, daß sich im Fernfeld der Antenne nur noch der "Gleichanteil" des Stromes über dem Ring auswirkt, denn nur dieser führt zu einer konstanten Abstrahlung über dem Horizont (E-Ebene). Zerlegt man -physikalisch ausgedrückt- den Ringstrom gemäß einer Fourier-Reihe in Elementarschwingungen entlang des Ringleiters, so muß man durch Elementauslegung die Stehwellen unterdrücken, welche zu einer Aufzipfelung des Diagramms führen. Dies geschieht bei der eingangs erwähnten, bekannten Ringantenne in folgender Weise. Das Auftreten der ersten Resonanzschwingung (Einer-Mode der Fourier-Reihe), deren Wellenlänge also gleich dem Ringumfang ist, wird durch einen symmetrischen Aufbau des Antennenringes verhindert. Dies bedeutet, daß die Einspeisung an zwei gegenüberliegenden Stellen des Ringes mit entsprechenden Phasen erfolgen muß. Zur Erläuterung

20

25

30

dieses Sachverhalts soll Fig.1 dienen, in der ein Stromplan der bekannten offenen Ringantenne dargestellt ist. Die gegenphasige symmetrische Einspeisung von jeweils einer identischen Spannung U_1 an zwei diametral gegenüberliegenden Einspeisestellen A und B verhindert auch das Auftreten aller übrigen ungeraden Stromwellen entlang des den Ring bildenden Leiters. Besonders nachteilig wirkt sich jetzt nur noch der Zweier-Mode des Stromes aus, dessen Bäuche an den Stellen C und D auftreten. Durch Auftrennen der beiden Ringhälften an diesen Stellen C und D entstehen vier kreisbogenförmige Ringquadranten, so daß die Resonanz des Zweier-Modes verhindert wird. Die Auslegung und damit die Größe der Übergangskapazitäten dieser beiden Quadranten-Trennstellen C und D beeinflussen stark das Diagramm. Sie sind bei der bekannten erwähnten Streifenleiter-ringantenne in der Form einer mit 120° keilförmig nach außen gerichteten Winkelöffnung gestaltet, so daß der Nuller-Mode des Stromes i noch "fließen" kann und ein einigermaßen konstantes Rundumdiagramm erzeugt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die bekannte, in gedruckter Schaltungstechnik aufgebaute Ringantenne so zu verbessern, daß sich ein noch gleichmäßigeres Rundumdiagramm ergibt, und daß sich eine einfache Speiseausführung realisieren läßt. Eine solche Ringantenne soll aufgrund ihrer mechanischen Stabilität und der Möglichkeit der einfachen und reproduzierbaren Serienfertigung in vielen Bereichen, bei denen es auf konstante elektromagnetische Feldverhältnisse im Raum ankommt, Anwendung finden können.

Gemäß der Erfindung, die sich auf eine Ringantenne der eingangs genannten Art bezieht, wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die dielektrische Trägerplatte als kreisförmige Scheibe ausgebildet ist, auf deren Oberseite zwei sich diametral gegenüberliegende Streifenleiterquadranten

und auf deren Unterseite die beiden anderen, sich ebenfalls diametral gegenüberliegenden Streifenleiterquadranten angeordnet sind, und daß die Streifenleiterquadranten an den die Speisestellen bildenden Enden ebenfalls mit einer
5 keilförmig nach außen gerichteten Winkelöffnung von etwa 120° aufeinander zu verlaufen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß ein aus Streifenleitungen auf der Ober- und Unterseite
10 der Trägerplatte bestehendes Anpassungsnetzwerk zur symmetrischen, hinsichtlich der Energieaufteilung amplitudengleichen Verbindung der beiden zweipoligen Speisestellen mit einer im Zentrum der kreisscheibenförmig ausgebildeten Trägerplatte angeordneten Koaxialleitungsspeisestelle
15 vorgesehen ist, daß das Anpassungsnetzwerk aus zwei symmetrischen Hälften besteht, von denen jeweils eine zwischen einer der beiden zweipoligen Speisestellen und der Koaxialleitungsspeisestelle in Form zweier in Reihe
20 liegender Streifenleitungsabschnitte liegt, deren Längen und Wellenwiderstände zum einen von der notwendigen Widerstandstransformation des Wellenwiderstands der Speisekoaxialleitung auf die Antenneneingangsimpedanz und zum
anderen von der durch den Antennenringdurchmesser vorgegebenen Gesamtleitungslänge bestimmt sind, daß in
25 jeder Anpassungsnetzwerkhälfte der erste Streifenleitungsabschnitt als Übergang von der unsymmetrischen Koaxialleitung auf eine symmetrische Bandleitung ausgebildet ist und aus zwei Streifenleitern besteht, die sich auf den
beiden Seiten der Trägerplatte gegenüberliegen und von denen
30 der eine seine Breitenabmessung, ausgehend von der Koaxialleitungsspeisestelle bis zu seiner Endbreite allmählich vergrößert und der andere seine Breitenabmessung, ausgehend von der Koaxialleitungsspeisestelle bis zur gleichen Endbreite wie der gegenüberliegende Streifenleiter allmählich so verkleinert, daß der

- Wellenwiderstand im Übergangsstreifenleitungsabschnitt überall konstant ist, daß sich in jeder Anpassungsnetzwerkhälfte an den ersten Streifenleitungsabschnitt an dessen Ende, an welchem dessen beide Streifenleiter gleiche
- 5 Breitenabmessungen aufweisen, über einen Breitenabmessungssprung der zweite Streifenleitungsabschnitt anschließt, der aus zwei eine symmetrische Bandleitung bildenden Streifenleitern auf der Ober- bzw. der Unterseite der Trägerplatte besteht, und daß in jeder Anpassungsnetzwerkhälfte die
- 10 beiden Streifenleiter des zweiten Streifenleitungsabschnitts mit jeweils einem aufgrund der Keilform der Antennenringspeisestellen spitz ausgebildeten Pol einer Antennenringspeisestelle verbunden sind.
- 15 Die doppelt gegenphasige Einspeisung am Antennenring wird somit ohne eine Halbwellenlängen-Umwegleitung realisiert. Das Anpassungsnetzwerk gewährleistet aber außerdem eine exakte Amplitudengleichheit der Einspeisewellen in den Antennenring.
- 20 Die Diagrammaufzipfelung durch den Vierer-Mode des Stromes wird in vorteilhafter Weise dadurch verhindert, daß der Antennenringdurchmesser gerade so bemessen wird, daß sich die Feldwirkungen des Vierer-Modus im Fernfeld aufheben. Die
- 25 restlichen geradzahligen Störmoden sind aufgrund ihrer geringen Amplituden zu vernachlässigen. Dadurch liefert der "Nuller-Mode" bei dem gewählten Ringdurchmesser den Hauptanteil zum relativ konstanten Horizontaldiagramm.
- 30 In einer Umgebung, die nicht merklich mit der Antenne verkoppelt ist, strahlt eine in der Horizontalebene liegende Ringantenne nach der Erfindung in alle Horizontalrichtungen gleichviel Energie ab. Dies erlaubt einen Einsatz der Antenne überall dort, wo ein größeres Raumvolumen mit einem konstanten elektromagnetischen Feld belegt werden soll.

- Die Ringantenne nach der Erfindung läßt sich vorzugsweise als leitungsgespeister Einzelstrahler in einer mit elektronisch gesteuerter Strahlschwenkung arbeitenden Gruppenantenne mit räumlich verteilten Einzelstrahlern verwenden.
- 5 Insbesondere ist die Ringantenne nach der Erfindung als leitungsgespeister Einzelstrahler in einer mit elektronisch gesteuerter Strahlschwenkung zur Radar-Rundumabta- stung in alle Raumwinkel arbeitenden Gruppenantenne ein- setzbar, deren das Volumen einer gedachten Kugel ausfül-
- 10 lende räumliche Einzelstrahlerverteilung vorzugsweise derart ist, daß für alle Richtungen eine möglichst gleich- artig projizierte Anordnung entsteht.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen
15 erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den bereits beschriebenen Stromplan der bekannten Ringantenne, welcher auch für die gemäß der Erfindung aus- geführte Ringantenne gilt,
20

Fig. 2 in einer Draufsicht den Aufbau einer offenen, doppelt gegenphasig gespeisten Ringantenne nach der Er- findung,

25 Fig. 3 den praktischen Aufbau einer räumlichen Radar- Gruppenantenne mit gemäß der Erfindung ausgeführten Ringantennen als Einzelstrahler.

Die in Fig. 2 in Draufsicht dargestellte Ringantenne nach
30 der Erfindung ist für eine Frequenz von 2,72 GHz ausgelegt. Auf einer dielektrischen Trägerplatte 1, die als kreis- förmige Scheibe ausgebildet ist, sind vier kreisbogenför- mige und voneinander isolierte Streifenleiterquadranten

2,3,4 und 5 angeordnet, welche gemeinsam den Antennenring bilden. Die beiden Streifenleiterquadranten 2 und 3 sind sich diametral gegenüberliegend auf der Oberseite der Trägerplatte 1 und die Streifenleiterquadranten 4 und 5 sich ebenfalls diametral gegenüberliegend auf der Unterseite der Trägerplatte 1 angeordnet. Zur Verdeutlichung sind diejenigen gedruckten Streifenleiterteile, die sich auf der Unterseite der Trägerplatte 1 befinden, schraffiert dargestellt. Die vier Trennstellen A,B,C,D zwischen den vier Streifenleiterquadranten 2 bis 5 sind zur Bildung eines konstanten Fernfelddiagramms als keilförmig nach außen gerichtete Winkelöffnungen 8,9,15 und 16 von etwa 120° ausgebildet. An den Spitzen der beiden Winkelöffnungen 8 und 9 befinden sich die beiden Pole jeweils einer Ringspeisestelle 6 bzw. 7. Die beiden Pole der Speisestelle 6 werden somit durch die eine Spitze des sich auf der Oberseite der Trägerplatte 1 befindenden Streifenleiterquadranten 2 und durch die eine Spitze des sich auf der Unterseite der Trägerplatte 2 befindenden Streifenleiterquadranten 4 gebildet. Die beiden Pole der Speisestelle 7 werden durch die eine Spitze des sich auf der Oberseite der Trägerplatte 1 befindenden Streifenleiterquadranten 3 und die eine Spitze des sich auf der Unterseite der Trägerplatte 1 befindenden Streifenleiterquadranten 5 dargestellt.

25

Gespeist wird die in Fig. 2 dargestellte Ringantenne nach der Erfindung von einer Koaxialspeiseleitung über ein Anpassungsnetzwerk. Die Einspeisestelle 10 für die koaxiale Speiseleitung befindet sich im Zentrum der dielektrischen Trägerplatte 1. Das symmetrische Anpassungsnetzwerk besteht aus zwei gleichen und symmetrisch aufgebauten Hälften. Jede Anpassungsnetzwerkhälfte weist zwei in Reihe liegende Streifenleitungsabschnitte auf. Der erste Streifenleitungsabschnitt besteht aus einem sich auf der Oberseite der Träger-

30

3427629

- M -
- 8 -

VPA 84 P 8 027 DE

platte 1 befindenden Streifenleiter 11 und einem auf der Unterseite der Trägerplatte 1 angebrachten Streifenleiter 12. Die Streifenleiter 11 und 12 weisen eine Länge von l_1 auf und bilden für diesen ersten Streifenleitungsabschnitt
5 einen Wellenwiderstand Z_{L1} . Der zweite Streifenleitungsabschnitt ist als symmetrische Bandleitung ausgebildet und besteht aus zwei Streifenleitern 13 und 14, welche sich auf den beiden Oberflächenseiten der Trägerplatte 1 gegenüberliegen. Der Innenleiter der koaxialen Speiseleitung ist an
10 der Koaxialleitungseinspeisestelle 10 an das Zentrum des Streifenleiters 11 und der Außenleiter der koaxialen Speiseleitung mit dem Zentrum des Streifenleiters 12 elektrisch verbunden. Die Auslegung der beiden symmetrischen Anpassungsnetzwerkhälften, jeweils bestehend aus den Streifenleitungsabschnitten mit den Längen l_1 und l_2 und den Wellenwiderständen Z_{L1} bzw. Z_{L2} , wird zum einen von der notwendigen
15 Widerstandstransformation vom Wellenwiderstand der Koaxialspeiseleitung auf die Antenneneingangsimpedanz und zum anderen von der Gesamtleitungslänge, die durch den Ringdurchmesser vorgegeben ist, bestimmt. Der allmähliche
20 Übergang von der unsymmetrischen koaxialen Speiseleitung auf die symmetrische Bandleitung erfolgt im ersten Streifenleitungsabschnitt, welcher aus den Streifenleitern 11 und 12 besteht. Der Wellenwiderstand Z_{L1} bleibt bei dem Übergang
25 konstant. Durch Benutzung von Ober- und Unterseite der Trägerplatte 1 kann die gegenphasige Einspeisung an den Speisestellen 6 und 7 ohne eine Halbwellenlängen-Umwegleitung realisiert werden. Es wird durch das dargestellte Anpassungsnetzwerk eine Amplitudengleichheit der Einspeisewellen an den Speisestellen 6 und 7 gewährleistet.
30

Der Streifenleiter 12, der im dargestellten Ausführungsbeispiel auf der Unterseite der Trägerplatte 1 liegt, vergrößert seine Breitenabmessung, ausgehend von der Koaxialleitungsspeisestelle 10, bis zu seiner Endbreite allmählich,

wogegen der auf der Oberseite der Trägerplatte 1 gegenüberliegende Streifenleiter 11 seine Breitenabmessung, ausgehend von der Koaxialleitungsspeisestelle 10 bis zur gleichen Endbreite so verkleinert, daß der Wellenwiderstand im Übergangsstreifenleiterabschnitt überall konstant ist.

In jeder Anpassungsnetzwerkhälfte schließt sich an den ersten Streifenleitungsabschnitt an dessen Ende, an welchem beide Streifenleiter 11 und 12 gleiche Breitenabmessungen aufweisen, über einen Breitenabmessungssprung der zweite Streifenleitungsabschnitt an, der aus den beiden, eine symmetrische Bandleitung bildenden Streifenleitern 13 und 14 auf der Ober- und der Unterseite der Trägerplatte 1 besteht. Am anderen Ende sind die beiden Streifenleiter 13 und 14 in jeder Anpassungsnetzwerkhälfte mit jeweils einem Pol der Antennenringeinspeisestellen 6 bzw. 7 verbunden. Das Anpassungsnetzwerk nach Fig. 2 gewährleistet eine Amplitudengleichheit der Einspeisewellen sowie eine Gegenphasigkeit der dort zugeführten Spannungen U_1 entsprechend dem in Fig. 1 dargestellten Stromplan der Ringantenne. Für das auf eine Frequenz von 2,72 GHz ausgelegte und in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Ringantenne nach der Erfindung sind im folgenden Bemessungsdaten und Meßwerte aufgelistet.

25	Eingangsimpedanz:	$Z_E \approx 900 - j 900 \text{ Ohm}$
	Welligkeit des Horizontaldiagramms:	$w < 0.3 \text{ dB}$
	Phasengang des Horizontaldiagramms:	$\varphi < \pm 4^\circ$
	$r_R =$	16.25 mm
	$d =$	1.5 mm
30	11 =	4.7 mm
	12 =	10.8 mm
	$Z_{L1} =$	18 Ohm
	$Z_{L2} =$	120 Ohm
	$\alpha =$	120°
	$r_T =$	18.3 mm
	$\epsilon_T =$	10 (Dielektrizitätszahl des Materials der Trägerplatte 1)
	$T =$	1.2 mm (Dicke der Trägerplatte 1).

Fig. 3 zeigt in einer räumlichen Ansicht den praktischen Aufbau einer dreidimensionalen Radar-Gruppenantenne, in welcher gemäß der Erfindung ausgebildete Ringantennen 18 vorzugsweise verwendet werden.

5

Die Speisung der im Volumen einer Kugel 17 verteilten Ringantennen 18 nach der Erfindung erfolgt über senkrecht verlaufende koaxiale Speiseleitungen 19. Die als Einzelstrahler wirksamen Ringantennen 18 sind in horizontal verlaufenden Ebenen angeordnet. Da der E-Vektor dieser Ringantennen 18 somit horizontal liegt, tritt keine Beeinflussung durch die senkrechten Speiseleitungen 19 ein. Die Ringantennen 18 werden vorzugsweise im Volumen der gedachten Kugel 17 so verteilt, daß für alle Richtungen eine möglichst gleichartig projizierte Anordnung entsteht. Mit einer solchen Anordnung läßt sich eine elektronisch gesteuerte Strahlschwenkung zur Radar-Rundumabtastung in alle Raumwinkel realisieren. Eine aus einer Vielzahl von leitungsgespeisten Einzelstrahlern bestehende Gruppenantenne mit elektronisch gesteuerter Strahlschwenkung zur Radar-Rundumabtastung in alle Raumwinkel und mit einer das Volumen einer gedachten Kugel ausfüllenden räumlichen Verteilung von Einzelstrahlern ist aus der DE-PS 28 22 845 bekannt. Allerdings werden dort als Einzelstrahler nicht die besonders vorteilhaften Ringantennen gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet.

25

5 Patentansprüche

3 Figuren

- 14 -
- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Nu

Int. Cl. 4:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

34 27 629

H 01 Q 1/38

26. Juli 1984

30. Januar 1986

84 P 8 0 2 7 DE

FIG 1

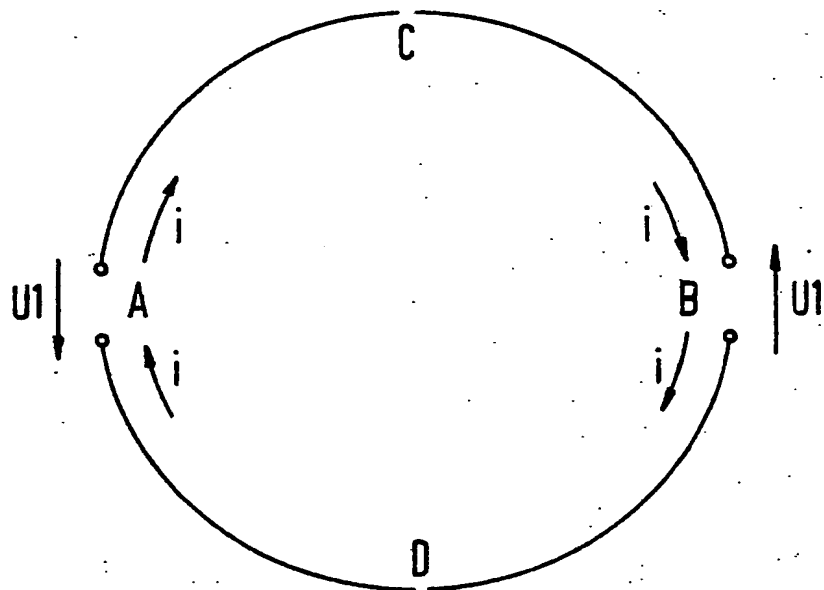


FIG 2

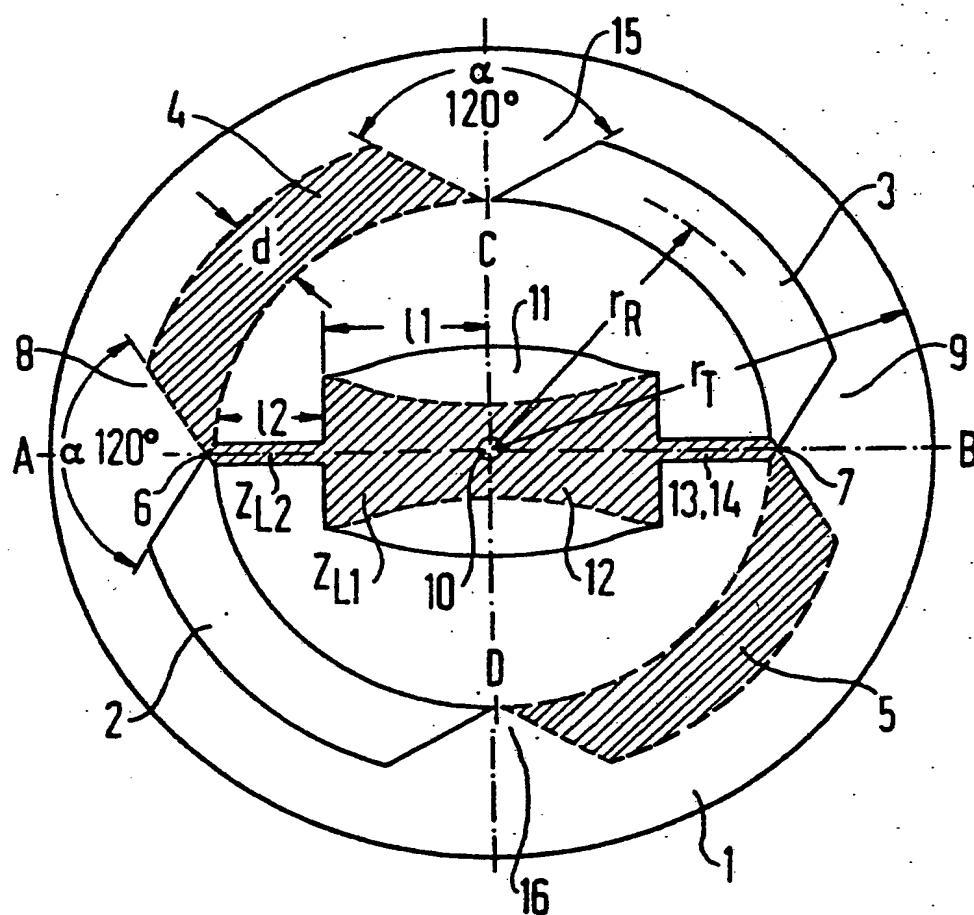
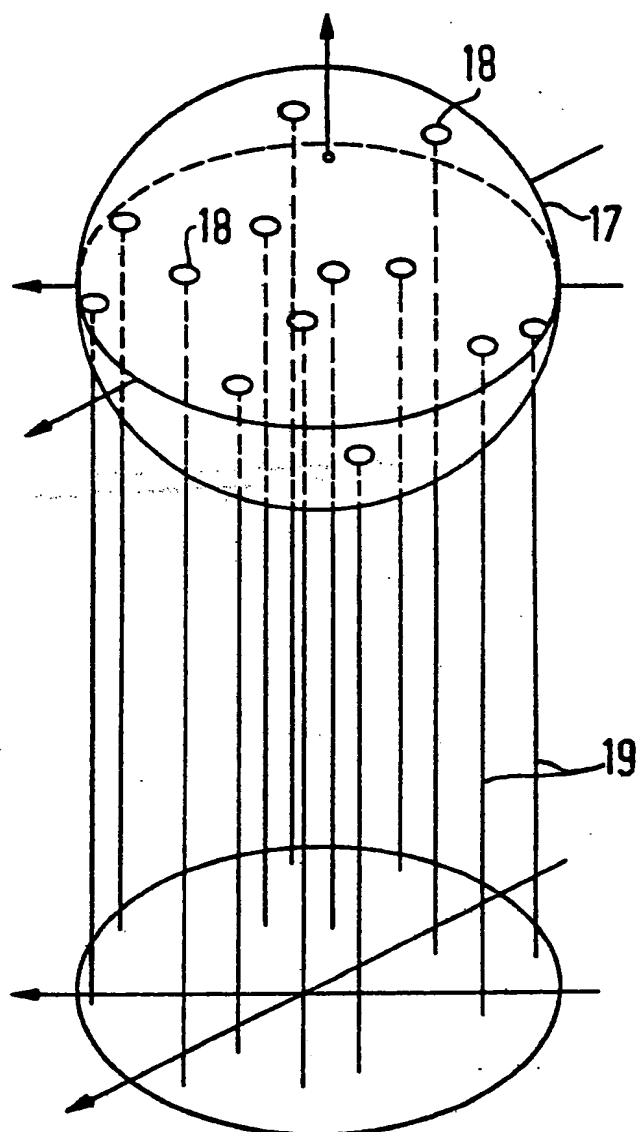


FIG 3



NOTE:

The handwritten symbols on page 9 (12) were virtually illegible. Even though they denote lengths, with the exception of α and ϕ , I assumed they are Greek symbols since I could not think of any other reasons for writing them in by hand. There is no clue in the patent of what it is they are measuring.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Federal Republic
of Germany

Patent Application (unexamined)
DE 3427629 A 1

Int. Cl.⁴
H 01 Q 1/38
H 01 Q 9/28
H 01 Q 21/06
H 01 P 5/10
H 05 K 1/16

File Number: P 34 27 629.7
Filing Date: 26 July 84
Laid Open: 30 January 86

**German Patent
Office**

Applicant: Siemens AG, 1000 Berlin and 8000 München, DE

Inventor: Wilden, Helmut, Dipl.-Ing., 5482 Grafschaft Birresdorf, DE

Ring antenna in printed circuit technique

Ring antenna in printed circuit technique.

On a circular disk-form dielectric carrier plate (1) in printed circuit technique the antenna ring comprised of four circular arc-form strip conductor quadrants (2-5), insulated from one another, is developed such that two diametrically opposing quadrants (2, 3) are disposed on the one surface side and the other two, also diametrically opposing quadrants (4, 5) on the other surface side of the carrier plate, wherein the four ring quadrants at their four partition sites (A, B, C, D), of which two (A, B) are diametrically and symmetrically opposing, serve as bipolar feed sites (6, 7) for the counterphase feed, with a wedge-form angular opening (8, 9) directed outwardly, extending toward one another at approximately 120°. In the case of coaxial line feed (10) in the center of the carrier plate (1) is advantageously provided a special matching network comprising two strip line sections (11, 12 or 13, 14). The ring antenna according to the invention is especially suitable for use as a line-fed discrete radiator in a three-dimensional group antenna with electronically controlled beam sweep for radar technology.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patent Claims

1. Ring antenna in printed circuit technique disposed on a dielectric carrier plate, comprised of four circular arc-form strip conductor quadrants, insulated against one another, with two bipolar feed sited, which are disposed symmetrically on the antenna ring opposing one another diametrically, and whose two poles are disposed at the ends facing one another of two adjacent strip conductor quadrants of an antenna ring having a circumference of at least approximately one operating wavelength, which [antenna ring] is fed symmetrically at the two feed sites in counter phase and whose strip conductor quadrants extend toward one another at the ends not forming the feed sites, with an angular opening of approximately 120° directed outwardly in the form of a wedge, characterized in that the dielectric carrier plate (1) is developed as a circular disk on whose top side are disposed two diametrically opposing strip conductor quadrants (2, 3) and on whose underside the two other strip conductor quadrants (4, 5) also disposed diametrically opposite, and that the strip conductor quadrants (2 and 4 or 3 and 5) at the ends forming the feed sites (6, 7) also extends toward one another with an angular opening (8, 9) of approximately 120° directed outwardly in the form of a wedge.
2. Ring antenna as claimed in claim 1, characterized in that a matching network comprised of strip lines on the top side and underside of the carrier plate (1) is provided for the symmetric connection, of same amplitude with respect to the energy distribution, of the two bipolar feed sites (6, 7) with a coaxial line feed site (10) developed in the center of the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

circular disk-form carrier plate (1),

that the matching network is comprised of two symmetric halves of which one each is disposed between one of the two bipolar feed sites and the coaxial line feed site in the form of two strip line sections in series, whose lengths (l_1 , l_2) and characteristic impedance (Z_{L1} , Z_{L2}) is determined, for one, by the necessary impedance transformation of the characteristic impedance of the feed coaxial line to the antenna input impedance and, for another, by the overall line length given by the diameter of the antenna ring,

that in each matching network half the first strip line section is developed as a transition from the unsymmetric coaxial line to a symmetric band line, and is comprised of two strip conductors (11, 12) which oppose one another on the two sides of the carrier plate (1) and of which the one (12) gradually increases its width dimension, starting from the coaxial line feed site (10) up to its end width, and the other (11) gradually decreases its width dimension, starting from the coaxial line feed site up to the same end width as the opposing strip conductor (12) such, that the characteristic impedance in the transition strip line section is constant everywhere,

that in each matching network half adjoining the first strip line section at the end of which, at which its two strip conductors (11, 12) have the same width dimensions, across a width dimension jump is the second strip line section, which comprises two strip conductors (13, 14) forming a symmetric band line on the top or the bottom side of the carrier plate (1), and

that in each matching network half the two strip conductors (13, 14) of the second strip line section are connected with a pole, forming a point due to the wedge form of the antenna ring feed sites (6, 7), of an antenna ring feed site.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3. Ring antenna as claimed in one of claims 1 or 2,
characterized in
that the antenna ring diameter is dimensioned such that the field effects of the
so-called four's mode, at which, due to the division of the antenna ring current
into elementary oscillations by means of Fourier series four resonance
oscillations result all around the antenna ring, cancel in the far field.
4. Ring antenna as claimed in one of the preceding claims,
characterized by
the use as line-fed discrete radiator (18) in a three-dimensional group antenna
with electronically controlled beam sweep.
5. Ring antenna as claimed in claim 4,
characterized by
the use as a line-fed discrete radiator (18) in a group antenna operating with
electronically controlled beam sweep for all-around scanning radar into all
solid angles, whose spatial discrete radiator distribution, filling the volume of
an imagined sphere (17), is preferably such that for all directions a
configuration results which is projected as identically as feasible.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Ring antenna in printed circuit technique

The invention relates to a ring antenna implemented in printed circuit technique on a dielectric carrier plate and comprised of four circular arc-form strip conductor quadrants insulated against one another, with two bipolar feed sites which diametrically oppose each other symmetrically on the antenna ring and whose two poles are disposed on the ends, facing each other, of two adjacent strip conductor quadrants of the antenna ring having a circumference of at least approximately one operating wavelength, which ring is symmetrically fed counterphase at the two feed sites and whose strip conductor quadrants extend toward one another at the ends, not forming the feed sites, at a wedge-form angular opening of approximately 120° directed outwardly .

Such a ring antenna in printed circuit technique is known from the manuscript of the lecture "The Crow's Nest Antenna - A Spatial Array in Theory and Experiment" by J. Ender and H. Wildent at IEE - AP 1981 (Intern. Conference on Antennas and Propagation, York, 1981).

Apart from the above stated circular antenna disposed in a horizontal plane, realized as all-around ring antenna in strip conductor technique with horizontal polarization, there exists only the turnstile antenna also extending in a horizontal plane, whose horizontal pattern however is not sufficiently constant for many applications.

Like the electric dipole, the ring antenna represents a resonance structure whose radiation properties are substantially a function of the geometry and the surrounding material. Due to the mutual effect of the discrete current elements onto the antenna, the desired radiation pattern can be at least approximately realized through specific structure changes. Specifically an all-around pattern (E plane) can be generated in

THIS PAGE BLANK (USPTO)

two different ways.

The first option is given in a ring antenna with very small diameter compared to the wavelength. In this case, on the antenna ring resonance occurs and thus also no standing wave. The energy radiation in all horizontal directions is constant; however, it takes place at a very low efficiency since, due to the absent resonance, only very low currents flow on the antenna.

The second option is a ring antenna with a resonance-capable annular circumference, wherein the ring structure is changed such that in the far field of the antenna only the "DC component" of the current acts over the ring, since only it leads to constant radiation over the horizon (E plane). If, expressed physically, the ring current is analyzed according to a Fourier series into elementary oscillations along the ring conductor, the standing waves must be suppressed through the element layout, the waves of which lead to a lobe development of the pattern. This takes place in the above described known ring antenna in the following way. The occurrence of the first resonance oscillations (one's mode of the Fourier series), whose wavelength is thus equal to the ring circumference, is prevented through the symmetric structuring of the antenna ring. This means that the feed at two opposing sites of the ring must take place at corresponding phases. Figure 1 serves to explain these factual conditions. In this Figure a current diagram of the known open ring antenna is depicted. The counterphase symmetric feed of an identical voltage U_1 at two diametrically opposed feed sites A and B prevents also the occurrence of all remaining odd current waves along the conductor forming the ring. Of particular disadvantage is now the effect of the two's mode of the current whose bulges occur at sites C and D. Through the separation of the two ring halves at these sites C and D four circular arc-form ring quadrants are generated such that the resonance of the two's mode is prevented. The layout, and thus the size, of the transfer capacitances of these two quadrants partition sites C and D exert a strong effect onto the pattern. They are formed in the known stated strip conduction ring antenna in the form of an

THIS PAGE BLANK (USPTO)

angular opening of 120° directed outwardly in the form of a wedge such that the zero's mode of the current i can still "flow" and a somewhat constant all-around pattern is generated.

It is the task of the invention to improve the known ring antenna structured in printed circuit technique such that a more uniform all-around pattern is still obtained and that a simple feed implementation can be realized. Such a ring antenna should, due to its mechanical stability and the option of simple and reproducible series production, find application in many fields in which constant electromagnetic field conditions in space are critical.

According to the invention which relates to a ring antenna of the above stated type, this task is solved thereby that the dielectric carrier plate is developed as a circular disk on the top side of which are disposed two diametrically opposing strip conductor quadrants and on the underside of which the two other strip conductor quadrants are disposed also diametrically opposing one another, and that the strip conductor quadrants at the feed sites forming the ends also extend toward one another in the form of a wedge with an outwardly directed angular opening of approximately 120° .

An advantageous further development of the invention comprises that a matching network comprised of strip lines on the upper and lower side of the carrier plate is provided for the symmetric connection, identical in amplitude with respect to the energy division, of the two bipolar feed sites with a coaxial line feed site disposed in the center of the circular disk-form carrier plate, that the matching network is comprised of two symmetric halves of which one lies between one of the two bipolar feed sites and the coaxial line feed site in the form of two series strip line sections, whose lengths and characteristic impedances are determined, for one, by the necessary impedance transformation of the characteristic impedance of the feed

THIS PAGE BLANK (USPTO)

coaxial line to the antenna input impedance and, for another, by the total line length given by the antenna ring diameter, that in each matching network half the first strip line section is developed as a transition from the unsymmetric coaxial line to a symmetric band line and comprises two strip conductors, which are opposing one another on the two sides of the carrier plate and of which the one gradually increases the width dimension, starting from the coaxial line feed site up to its final width, and the other gradually decreases its width dimension, starting from the coaxial line feed site up to the same final width as the opposing strip conductor, that the characteristic impedance in the transition strip line section is constant everywhere, that each matching network half at its end, at which its two strip conductors have identical dimensions of width, across a width dimension jump is adjoined by the second strip line section which is comprised of two strip conductors forming a symmetric band line on the top or the bottom side of the carrier plate, and that in each matching network half the two strip conductors of the second strip line section are each connected with a pole of an antenna ring feed site implemented such that it is pointed due to the wedge form of the antenna ring feed sites.

The twofold counterphase feed at the antenna ring is thus realized without a half-wavelength diversion line. But the matching network ensures, in addition, the exact amplitude equality of the feed waves into the antenna ring.

The pattern lobing due to the four's mode of the current is advantageously prevented thereby that the antenna ring diameter is precisely dimensioned such that the field effects of the four's mode cancel in the far field. The remaining even-numbered interference modes are negligible due to their low amplitudes. Thereby the "zeros mode" at the selected ring diameter supplies the main component to the relatively constant horizontal pattern.

In an environment which is not markedly coupled with the antenna, a ring antenna disposed in the horizontal plane according to the invention radiates the identical

THIS PAGE BLANK (USPTO)

quantity of energy in all horizontal directions. This permits the use of the antenna wherever a relatively large spatial volume is to be covered with a constant electromagnetic field.

The ring antenna according to the invention can be applied preferably as a line-fed discrete radiator in a group antenna operating with electronically controlled beam sweep, with spatially distributed discrete radiators. The ring antenna according to the invention can in particular be used as a line-fed discrete radiator in a group antenna operating with electronically controlled beam sweep for all-around scanning radar in all solid angles, whose spatial discrete radiator distribution filling the volume of a imagined sphere is preferably such that for all directions a configuration projected as identically as feasible results.

The invention will be explained in the following with reference to drawings. Therein depict:

- Figure 1 the current diagram already described of the known ring antenna which applies also to the ring antenna implemented according to the invention,
- Figure 2 in top view the structure of an open, ring antenna according to the invention doubly fed in counterphase,
- Figure 3 the structure in practice of a spatial radar group antenna with ring antennas implemented according to the invention as discrete radiator.

The ring antenna according to the invention depicted in Figure 2 in top view is laid out for a frequency of 2.72 GHz. On a dielectric carrier plate 1, which is developed as a circular disk, are disposed four circular arc-form strip conductor quadrants 2, 3, 4 and 5, isolated against one another, which jointly form the antenna ring. The two strip conductor quadrants 2 and 3 are disposed such that they are diametrically

THIS PAGE BLANK (USPTO)

opposing one another on the top side of the carrier plate 1 and the strip conductor quadrants 4 and 5 are disposed also diametrically opposite on the underside of carrier plate 1. For clarification, those printed strip conductor parts which are disposed on the underside of the carrier plate 1, are shown hatched. The four partition sites A, B, C, D between the four strip conductor quadrants 2 to 5 are developed, for the purpose of forming a constant far field pattern, as angular openings 8, 9, 15 and 16 of approximately 120° directed outwardly in the form of a wedge. At the tips of the two angular openings 8 and 9 are disposed the two poles of one ring feed site 6 or 7. The two poles of the feed site 6 are thus formed by the one tip of the strip conductor quadrant 2, disposed on the top side of the carrier plate 1, and by the one tip of the strip conductor quadrant 4 disposed on the underside of the carrier plate 2. The two poles of the feed site 7 are represented by the one tip of the strip conductor quadrant 3, disposed on the top side of carrier plate 1, and the one tip of the strip conductor quadrant 5 disposed on the underside of carrier plate 1.

The ring antenna according to the invention depicted in Figure 2 is fed from a coaxial feed line via a matching network. The feed site 10 for the coaxial feed line is disposed in the center of the dielectric carrier plate 1. The symmetric matching network comprises two identically and symmetrically structured halves. Each matching network half has two strip line sections disposed in series. The first strip line section is comprised of a strip conductor 11, disposed on the top side of carrier plate 1, and a strip conductor 12 disposed on the underside of carrier plate 1. The strip conductors 11 and 12 have a length l_1 and form for this first strip line section a characteristic impedance Z_{L1} . The second strip line section is developed as a symmetric band line and comprises two strip conductors 13 and 14, which oppose one another on the two surface sides of carrier plate 1. The inner conductor of the coaxial feed line is electrically connected on the coaxial line feed site 10 to the center of the strip conductor 11 and the outer conductor of the coaxial feed line with the center of strip conductor 12. The layout of the two symmetric matching network

THIS PAGE BLANK (USPTO:

halves, each comprised of the strip line sections with lengths l_1 and l_2 and the characteristic impedances Z_{L1} or Z_{L2} , is determined, for one, by the necessary impedance transformation from the characteristic impedance of the coaxial feed line to the antenna input impedance and, for another, by the overall line length which is given by the diameter of the ring. The gradual transition from the unsymmetric coaxial feed line to the symmetric band line takes place in the first strip line section comprised of the strip conductors 11 and 12. The characteristic impedance Z_{L1} remains constant in the transition. By using the top side and the bottom side of the carrier plate 1, the counterphase feeding-in at the feed sites 6 and 7 can be realized without a half-wavelength diversion line. Through the represented matching network an amplitude equality of the feed-in waves at the feed sites 6 and 7 is ensured.

The strip conductor 12, which in the embodiment example depicted is disposed on the bottom side of carrier plate 1, gradually increases its dimension of width, starting from the coaxial line feed site 10, up to its final width, whereas the strip conductor 11 disposed oppositely on the top side of the carrier plate, decreases its dimension of width, starting at the coaxial line feed site 10 up to the same final width such that the characteristic impedance in the transition strip conductor section is constant everywhere.

In each matching network half the first strip line section is adjoined at its end, at which both strip conductors 11 and 12 have identical width dimensions, across a width dimension jump by the second strip line section, which comprises the two strip conductors 13 and 14 forming a symmetric band line on the top side and the bottom side of carrier plate 1. At the other end the two strip conductors 13 and 14 in each matching network half are connected with one pole each of the antenna ring feed sites 6 or 7. The matching network according to Figure 2 ensures amplitude equality of the feed-in waves as well as phase opposition of the voltages U_1 supplied there according to the current diagram depicted in Figure 1 of the ring antenna. For the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

embodiment example of a ring antenna according to the invention layed out for a frequency of 2.72 GHz and shown in Figure 1, the following measurement data and measured values are listed.

Input impedance:	$Z_E \approx 900 - j 900 \text{ Ohms}$
Ripples of horizontal pattern:	$w < 0.3 \text{ dB}$
Phase response of horizontal pattern:	$\varphi < \pm 4^\circ$
$\gamma(r?)_R$	$= 16.25 \text{ mm}$
d	$= 1.5 \text{ mm}$
l_1	$= 4.7 \text{ mm}$
l_2	$= 10.8 \text{ mm}$
Z_{L1}	$= 18 \text{ Ohm}$
Z_{L2}	$= 120 \text{ Ohm}$
α	$= 120^\circ$
γ_r	$= 18.3 \text{ mm}$
ϵ_γ	$= 10$ (relative permittivity of the material of the carrier plate 1)
T	$= 1.2 \text{ mm}$ (thickness of carrier plate 1).

Figure 3 shows a spatial view of the structure in practice of a three-dimensional radar group antenna, in which ring antennas 18 developed according to the invention are preferably applied.

The feed of the ring antennas 18 according to the invention, distributed in the volume of a sphere 17, takes place across perpendicularly extending coaxial feed lines 19. The ring antennas 18, effective as discrete radiators, are disposed in horizontally extending planes. Since the E vector of these ring antennas 18 is thus horizontal, no effect through the perpendicular feed lines 19 occurs. The ring antennas 18 are preferably distributed in the volume of the imagined sphere 17 such that for all directions a configuration results which is projected as identically as is feasible. With

THIS PAGE BLANK (USPTO)

such a configuration an electronically controlled beam sweep for all-around scanning radar into all solid angles is realized. A group antenna comprised of a multiplicity of line-fed discrete radiators with electronically controlled beam sweep for the all around radar scanning into all solid angles and with a spatial distribution, filling the volume of an imagined sphere, of discrete radiators is known from DE 28 22 845. However, here as discrete radiators the especially advantageous ring antennas according to the present invention are not applied.

5 Patent Claims

3 Figures

THIS PAGE BLANK (USPTO)